

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000067428 A**

(43) Date of publication of application: **03 . 03 . 00**

(51) Int. Cl.

G11B 5/72

(21) Application number: **10233830**

(22) Date of filing: **20 . 08 . 98**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor:
FUJIMAKI SHIGEHICO
HOSOE YUZURU
KASHIWASE HIDEKAZU

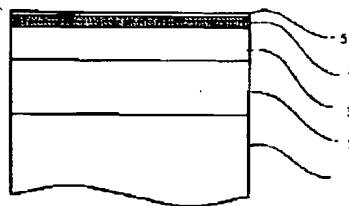
(54) **MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND
MAGNETIC STORAGE DEVICE USING THE SAME**

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make controllable the bonding state of carbon-nitrogen and to obtain a protective layer having good durability by forming a coating contg. carbon and nitrogen and having a specified Raman spectrum.

SOLUTION: The magnetic recording medium comprises a multilayered film formed by successively laminating a Cr underlayer 2 of 28 nm thickness, a CoCr magnetic layer 3 of 23 nm thickness, a protective layer 4 of 10 nm thickness contg. nitrogen and oxygen in carbon and a perfluoro-polyether lubricative layer 5 of 2 nm thickness on a nonmagnetic substrate 1 of a magnetic disk. The protective layer 4 has a Raman spectrum having the main peak at about 1,500 cm⁻¹ and a sub-peak at about 2,210 cm⁻¹, the scattering intensity of the background to the main peak is ≤ 0.25 and the intensity ratio of the sub-peak to the main peak is 0.03-0.07.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-67428

(P2000-67428A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/72

識別記号

F I

G 1 1 B 5/72

テーマコード(参考)

5 D 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-233830

(22) 出願日 平成10年8月20日 (1998.8.20)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 藤巻 成彦

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 細江 譲

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100068504

弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体およびそれを用いた磁気記憶装置

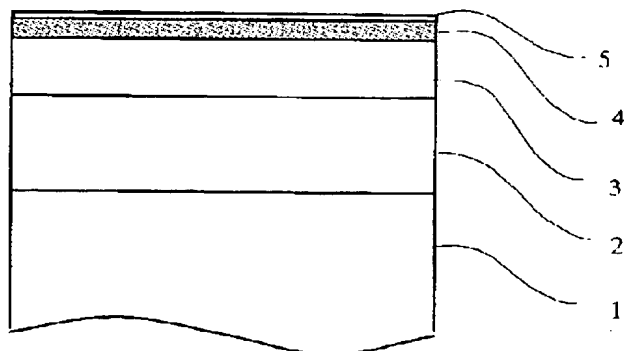
(57) 【要約】

【課題】 磁気記録媒体及びその製造方法に関し、特に保護層が少なくとも窒素を含むダイヤモンド状カーボン膜かなり、炭素-窒素の結合状態をラマン分光特性に着目して最低化したもので、外部からの衝撃等による摩耗の発生し難い磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 少なくとも窒素を含むダイヤモンド状カーボンからなる保護層のラマンスペクトルが1500cm⁻¹付近と2210cm⁻¹付近にそれぞれ主ピークとシアノ基によるサブピークを示し、主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度と主ピークに対するシアノ基によるサブピークの強度比がそれぞれ0.25以下及び0.03~0.07である磁気記録媒体を用いる。

【効果】 本発明によれば、少なくとも窒素を含むダイヤモンド状カーボン保護層の炭素-窒素の結合状態をラマン分光特性に着目して成膜条件から最適化できるので、保護層が薄く高記録密度になっても外力に対する抵抗力が高く、磨耗し難い、信頼性に優れた磁気記録媒体を提供できる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基材上に形成された磁性層と、前記磁性層上に形成された保護層を備えた磁気記録媒体において、前記保護層が炭素と少なくとも窒素を含む皮膜からなり、前記皮膜のラマンスペクトルが 1500cm^{-1} 付近の主ピークと 2210cm^{-1} 付近のサブピークを有し、前記主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度と前記主ピークに対する前記サブピークの強度比がそれぞれ 0.25 以下及び $0.03\sim 0.07$ であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】 前記保護層が炭素と少なくとも窒素を含む皮膜から成り、前記皮膜の窒素／炭素の原子数比が $0.05\sim 0.3$ の範囲内にあることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】 前記保護層が炭素と少なくとも窒素、酸素を含む皮膜から成り、X線光電子分光法による電子取出角 30 度以下で測定した前記皮膜の表面での酸素／窒素の原子数比が $0.5\sim 2.0$ の範囲内にあることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】 前記保護層が $5\sim 20\text{at}\%$ の水素を含むことを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】 前記保護層の膜厚が 10nm 以下であり、且つ、表面の中心線平均粗さ R_a が 1nm 以下であることを特徴とする請求項 1 から 4 までのいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部を備える磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置であり、前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成され、前記磁気記録媒体は請求項 1 から 5 までのいずれかに記載の磁気記録媒体であることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項 7】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部を備える磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置であり、前記磁気ヘッドが浮上面レールの面積が 1.25mm^2 以下で質量が 2mg 以下の磁気ヘッドスライダ上に形成され、前記磁気記録媒体は請求項 1 から 5 までのいずれかに記載の磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気記憶装置と、これに用いる磁気記録媒体に係わり、特に 1 平方インチあたり 4 ギガビット以上の記録密度を有し、且つ、信頼性の高い磁気記憶装置とこれを実現するための磁気記録

媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から知られている磁気ディスク用保護膜は、主に黒鉛状ターゲットのスパッタリングで形成した材料から成り、化学的に安定で摩擦係数が小さく、摺動時に摩耗粉を発生し難いなど保護膜に適した性質を有するが、黒鉛状の炭素を多く含む欠点があり、このため硬度や耐摩耗性を更に高めることは困難であった。これに対して、炭素のみから成る上記保護膜に少なくとも窒素元素を添加することにより黒鉛状構造の生成を阻止し、緻密化、高硬度化をはかるなどの対策が特開平1-320622、特開平5-225556号各公報に記載されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術に述べられたものは、窒素の含有濃度に着目して保護層を最適化したものがあるが、同じ窒素濃度であっても炭素-窒素の結合状態によっては耐摺動特性が劣化するという問題がある。とくに問題となるのは、炭素-窒素が三重結合したシアノ基であり、これが膜構造の連続性を阻害し、耐摺動信頼性を劣化させる原因となる。しかも、成膜時の動作圧力が高く、多重衝突によりエネルギーを失った炭素と窒素の気相反応でCNラジカルが生成すると、基板の成長表面に形成されるシアノ基が増え、さらに成膜条件によっては遊離したニトリル化合物が堆積して保護層の機械強度が著しく劣化する。

【0004】 本発明は、磁気記録媒体製造のこのような現状を鑑みてなされたものであり、窒素を含むダイヤモンド状カーボン保護膜を最適化するため、含有窒素濃度に加えて炭素-窒素結合の結合状態を制御し、耐久性が良好で信頼性の優れた保護膜を提供すること、及びその磁気記録媒体を組み込んだ信頼性の高い磁気記憶装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明の磁気記録媒体は、基材上に形成された磁性層と、磁性層上に形成された保護膜を備えた磁気記録媒体において、保護層が炭素と少なくとも窒素を含む皮膜からなり、皮膜のラマンスペクトルが 1500cm^{-1} 付近と 2210cm^{-1} 付近にそれぞれ主ピークとシアノ基によるサブピークを示し、主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度と、主ピークに対するシアノ基のサブピークの強度がそれぞれ 0.25 以下及び $0.03\sim 0.07$ であることを特徴とする。さらに、特に保護層の成膜条件により窒素／炭素の原子数比を $0.05\sim 0.3$ の範囲に最適化したことを特徴とする。

【0006】 また、本発明の磁気記録媒体は、基材上に形成された磁性層と、磁性層上に形成された保護膜を備えた磁気記録媒体において、皮膜のラマンスペクトルが 1500cm^{-1} 付近と 2210cm^{-1} 付近にそれぞれ主ピークとシアノ基によるサブピークを示し、主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度と主ピークに対するシアノ基によ

るサブピークの強度がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07であり、且つ、X線光電子分光法による電子取出角30度以下で測定した前記皮膜の表面での酸素／窒素の原子数比が0.5～2.0の範囲内にあることを特徴する。

【0007】また、本発明の磁気記録媒体は、基材上に形成された磁性層と、磁性層上に形成された保護膜を備えた磁気記録媒体において、保護層が炭素と少なくとも窒素を含む皮膜から成り、皮膜が5～20at%の水素を含み、皮膜のラマンスペクトルが1500cm⁻¹付近と2210cm⁻¹付近にそれぞれ主ピークとシアノ基によるサブピークを示し、主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度と前記主ピークに対する前記シアノ基のサブピークの強度がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07であることを特徴とする。

【0008】また、本発明の磁気記録媒体は、基材上に磁性層と保護層とを順次積層した構造を有し、保護層が少なくとも炭素、窒素を含む膜厚が10nm以下の皮膜からなり、皮膜のラマンスペクトルが1500cm⁻¹付近と2210cm⁻¹付近にそれぞれ主ピークとシアノ基によるサブピークを示し、主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度と主ピークに対するシアノ基によるサブピークの強度がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07であり、且つ、表面の中心線平均粗さR_aが1nm以下であることを特徴とする。ここで、中心線平均粗さは原子間力顕微鏡の測定値とし、その定義は日本工業規格(JIS-B0601)の規定に準拠しするものとする。

【0009】本発明の磁気記憶装置は、磁気記録媒体と、磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部を備える磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、磁気ヘッドへの信号入力と磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、磁気ヘッドは浮上面レールの面積が1.25mm²以下で質量が2mg以下の磁気ヘッドスライダー上に形成され、且つ、磁気記録媒体は保護層が炭素と少なくとも窒素を含む皮膜から成り、皮膜のラマンスペクトルが1500cm⁻¹付近と2210cm⁻¹付近にそれぞれ主ピークとシアノ基によるサブピークを示し、主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度と主ピークに対するシアノ基によるサブピークの強度がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07であることを特徴とする。

【0010】上記構成の磁気記録媒体は、保護層が少なくとも窒素を含むカーボン膜からなり、とくに保護層に含まれる窒素の濃度と共に結合状態に着目して成膜方式及び成膜条件を整えて形成したもので、膜構造の連続性を阻害し耐摺動信頼性を劣化する原因となるシアノ基及びその誘導体並びに化合物の形成が抑えられる。保護層に生成するシアノ基を低減するには、成膜時の基板表面にイオン衝撃を加えるか、適量の水素と反応させることなどが有効である。イオン衝撃には基板にバイアス電圧

を加えて、イオンを加速するのが最も一般的であるが、必要以上に加速すると保護層は黒鉛化してかえって機械強度を低下させる原因となる。とくに、アルゴンをプロセスガスとして適量の反応ガスを加えたプラズマ雰囲気では、質量の大きなアルゴンイオンが反応性スパッタリングの過程で基板に入射するため、イオンの加速電圧を上げなくても、-100～-300Vの基板バイアスで表面付近に十分なエネルギーを付与できる。基板バイアスによるイオン衝撃を最適化するには、成長速度に応じてイオン電流を制御する方が有効である。バイアス電流は、膜成長に寄与する反応種の流入密度とほぼ同数のイオンが入射するように制御することで基板に余分なダメージを与えることなく効率的にシアノ基を分解できる。一方、成長表面に水素を反応させてもシアノ基の生成を阻止できる。この場合には、過剰の水素が反応して有機化合物が形成されないように注意する必要がある。過剰の水素により保護層はポリマー化すると硬度の低下により耐摺動信頼性が低下する欠点があり、耐摺動信頼性を向上させるには、水素濃度は5～30at%程度が望ましい。

【0011】以上の方法によりラマンスペクトルにおけるニトリル等の窒素化合物に起因する蛍光の放射を弱くし、1550cm⁻¹付近での主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度比は0.25以下とした窒素を含むカーボン保護膜は硬く高い耐ドラッグ性能を示す。

【0012】また、以上の方法によりシアノ基の分解を進め、ラマンスペクトルに現れる1550cm⁻¹付近の主ピークに対する2210cm⁻¹付近のシアノ基によるサブピークの強度比を0.03～0.07とした窒素を含むカーボン保護膜は弾性的で高い耐スクラッチ性能を示す。

【0013】また、上記構成の磁気記録媒体を浮上面レールの面積が1.25mm²以下で質量が2mg以下の磁気ヘッドスライダーと組み合わせれば、30nm以下のヘッド浮上量でもスクラッチ等の欠陥の発生頻度が著しく低下するので、高い信頼性を有する磁気ディスク装置が実現される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の特徴を最もよく表しているハードディスク用磁気記録媒体の構成図、図2は本発明の特徴的な保護層のラマンスペクトル、図3及び図4は本発明の実施例に示す減圧下でのシーク試験でスクラッチが発生するまでのシーク回数と保護層のラマン分光特性の関係図、図5は本発明の磁気記録媒体を備えた磁気記憶装置の構成図である。

【0015】図1に、本発明による代表的な磁気記録媒体の構成を示す。この磁気記録媒体は、非磁性の磁気ディスク基板1上に膜厚が28nmのCr地下層2と、CoCr系合金からなる膜厚が23nmの磁性層3と、炭素に少なくとも窒素を含む膜厚が10nmの保護層4と、パーフロロポリエチル系の膜厚が2nmの潤滑層5

を順次積層した多層膜から構成される。

【0016】この磁気記録媒体における保護層4を、下記の実施例1～4及び比較例1に示す方式の各種のスパッタ蒸着により、膜厚がいずれも10nmとなるように形成した。これらスパッタ蒸着時の雰囲気圧力は5～10mTorrで、投入電力は1～2kWとした。この各試料について耐摺動特性及び保護層のラマン分光特性を測定した。耐摺動特性の比較は、浮上面レールの面積が3.28mm²で質量が6mgのヘッドスライダを過重3gで押し付け、300～500Torrに減圧した容器内で5400～10000rpmで回転する円板に5～70Hzの周波数でシーク動作を実行し、15～30nmの高さで浮上したヘッドスライダとの間欠接触により生じるスクラッチ及び摩耗を評価した。一方、保護層のラマン分光特性は、英国Renishaw社製顕微ラマン分光光度計RamanScope System2000を用いてAr+レーザの波長514.5nmのモードを光源にラマン散乱を900cm⁻¹～2400cm⁻¹の波数領域で測定した。

【0017】図2は本発明の磁気記録媒体で測定した特徴的なカーボン保護層のラマンスペクトルである。このようなカーボン膜のラマンスペクトルは非線型最小二乗法により複数のガウス型関数のピークとバックグラウンドに分離できる。1550cm⁻¹付近と1380cm⁻¹付近を中心と*

【表1】

試料	N ₂ 混合比(%)	ガス圧(mTorr)	スパッタ電力(kW)	バイアス電流密度(mA/cm ²)
1-1	20	10	1	0.12
1-2	20	10	2	0.30
1-3	20	20	1	0.18
1-4	20	20	2	0.36
1-5	10	10	1	0.11
1-6	10	10	1	0.13
1-7	50	10	1	0.16
1-8	50	10	2	0.31
1-9	50	20	1	0.14
1-10	50	20	2	0.28

【0021】次に、試料1-1～1-10についてラマンスペクトルを測定した後、パーフロロポリエチル系潤滑剤を2nmの膜厚で塗布したうえで前記ヘッドを荷重3gで押し付け、350Torrに減圧した容器内で6300rpmで回転しながら周波数5Hzのシーク動作を行ってスクラッチが発生するまでの寿命を測定した。その結果、下記【表2】に示すように、ラマンスペクトルにおける前記のバックグラウンド散乱強度比及びシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.2以下及び0.03～0.07である試料では、スクラッチが発生するまでの寿命は10回以上であり、条件によっては50k回のシーク動作を繰り返しても試料表面でスクラッチ等による傷は発生しなかった。

【0022】

【表2】

*するピークはそれぞれGピーク、Dピークと呼ばれ、窒素を含むカーボン膜の2210cm⁻¹付近に現れるピークはシアノ基の伸縮振動に帰属される。本実施例ではMarquardt-Levenberg法のアルゴリズムによる非線型最小二乗法を用いてラマンスペクトルを1550cm⁻¹付近、1380cm⁻¹付近及び2210cm⁻¹付近を中心波数とするガウス型関数のピークと3次関数のバックグラウンドに分離した。ここで、図中に示すようにB/Aの比率をバックグラウンド散乱強度比とし、D/Gの比率をシアノ基によるサブピーク強度比と定義した。

【0018】なお、ガウス型ピークについては、中心波数、ピークの強度及び半値幅をパラメータにして適当な初期値からのフィティングを行った。また、図2の縦軸は単光束式の分光光度計を用いて測定したラマン散乱強度であり任意単位で表される。

【0019】（実施例1）本実施例においては、通常のバランス型スパッタリング電極を用いたアルゴンと窒素の混合ガスによる黒鉛状ターゲットの反応性マグネトロンスパッタ状態で、20kHzのパルス状バイアスが-250V加えられた基板に下記【表1】の条件により保護層を形成した。

【0020】

【表1】

【表2】

試料	バックグラウンド強度比	シアノ基ピーク強度比	シーク寿命(k回)
1-1	0.14	0.055	32
1-2	0.12	0.053	53
1-3	0.18	0.065	16
1-4	0.17	0.058	20
1-5	0.14	0.022	8
1-6	0.15	0.031	10
1-7	0.32	0.072	8
1-8	0.20	0.065	12
1-9	0.42	0.074	6
1-10	0.48	0.076	4

【0023】次に、本実施例で形成した保護層の潤滑剤との結合力強化を目的に、表面における酸素/窒素の原子数を変化させるため、酸素プラズマ処理及び大気中での紫外線処理を行った。酸素プラズマ処理では、酸素ガスを100mTorr導入した雰囲気において高周波電源

により150Wの出力でプラズマを発生し、試料を1～4分間放置した。紫外線照射では、試料の表面から50mmの位置に反射鏡を備えた高圧水銀ランプを設け、10kWの電力で4分間の処理を行った。

【0024】この場合も、パーフロロポリエチル系潤滑剤を2nmの膜厚で塗布した後、前記ヘッドを荷重3gで押し付け、350Torrに減圧した容器内で6300rpmで回転し、周波数5Hzのシーク動作を行った。その結果、ラマンスペクトルにおける前記のバックグラウンド散乱強度比及びシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.2以下及び0.03～0.07であれば、シーク開始からスクラッチが発生するまでの寿命が無処理の場合に比べ*

【表3】

試料	N2 混合比(%)	ガス圧(mTorr)	スパッタ電力(kW)	バイアス電流密度(mA/cm ²)
2-1	20	10	0.5	0.55
2-2	20	10	1	0.91
2-3	20	10	2	1.97

【0027】次に、試料2-1～試料2-3で保護層のラマンスペクトルを測定したうえ、実施例1に示す方法でシーク試験を行ったところ、下記【表4】に示すようにラマンスペクトルにおける前記のバックグラウンド散乱強度比及びシアノ基によるサブピーク強度比はそれぞれ0.1以下及び0.03～0.06の範囲内にあり、50k回以上のシーク動作を繰り返してもすべての面でスクラッチ等による傷の発生はなかった。とくに、バイアス電流密度が約1mA/cm²の条件で保護層を形成した試料2-2では100k回以上のシーク動作を繰り返してもスクラッチ等による傷の発生はなかった。

【0028】

【表4】

【表4】

試料	バックグラウンド強度比	シアノ基ピーク強度比	シーク寿命(k回)
2-1	0.09	0.04	70
2-2	0.06	0.06	110
2-3	0.03	0.03	40

【0029】アンバランス型スパッタ電極では基板方向に強く発散したマグネトロン磁界の垂直成分によって高速電子を電極間に封じ込まれるため基板近傍のプラズマ密度が上昇し、大きなバイアス電流が流れ、イオン衝撃によるシアノ基やニトリル化合物の分解など表面改質の効果が得られた。

【0030】（実施例3）実施例1、2においてはアルゴンと窒素の混合ガスで保護層をスパッタ蒸着したが、本実施例では、窒素の代わりに窒素と水素を混合したガスを用い、基板バイアスを加えないで下記【表5】に示す条件で形成した保護層からなる試料3-1～3-10を製作した。

【0031】

【表5】

*で2倍以上に延びた。

【0025】（実施例2）本実施例においては、実施例1で用いた通常のバランス型スパッタリング電極の代わりにマグネトロン磁界の垂直成分が強くなる磁石配置の所謂アンバランス型スパッタリング電極を用いて試料2-1～2-3の保護層を下記【表3】に示す条件により形成した。同じ成膜条件でもアンバランス型マグネトロン電極を用いることにより同じ-250Vの基板バイアスでもバイアス電流密度は上昇し、約2mA/cm²に達した。

【0026】

【表3】

【表5】

試料	N2 混合比(%)	H2 混合比(%)	ガス圧(mTorr)	スパッタ電力(kW)
3-1	20	5	10	1.0
3-2	20	10	10	1.0
3-3	20	10	10	2.0
3-4	20	10	20	1.0
3-5	20	15	10	1.0
3-6	20	15	20	1.0
3-7	10	10	10	1.0
3-8	10	10	20	1.0
3-9	40	10	10	1.0
3-10	40	10	20	1.0

【0032】次に、試料3-1～3-10の保護層でラマンスペクトルを測定したうえ、実施例1に示す方法でシーク試験を行い、下記【表6】に示す結果が得られた。この結果から、保護層で測定したラマンスペクトルにおける前記のバックグラウンド散乱強度比及びシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07であれば、スクラッチが発生するまでの寿命は10回以上であり、試料によっては50k回のシーク動作を繰り返してもすべての面でスクラッチ等による傷は発生しなかった。

【0033】

【表6】

【表 6】

試料 バックグラウンド強度比 シアノ基ピーク強度比 シーク寿命(k回)

3-1	0.18	0.072	24
3-2	0.19	0.061	32
3-3	0.18	0.053	35
3-4	0.20	0.071	23
3-5	0.20	0.054	40
3-6	0.21	0.060	30
3-7	0.19	0.021	8
3-8	0.21	0.043	10
3-9	0.20	0.062	40
3-10	0.26	0.081	6

【0034】（比較例1）実施例1と同じ条件の直流マグネトロン方式により基板バイアスを加えないで試料4-1～4-10の保護層を下記【表7】に示す条件により形成した。

【0035】

【表 7】

【表 7】

試料 N₂ 混合比(%) ガス圧(mTorr) スパッタ電力(kW)

4-1	20	10	1
4-2	20	10	2
4-3	20	20	1
4-4	20	20	2
4-5	10	10	1
4-6	10	20	1
4-7	50	10	1
4-8	50	10	2
4-9	50	20	1
4-10	50	20	2

【0036】次に、試料4-1～4-10について保護層のラマンスペクトルを測定した後、実施例1に示す方法でシーク試験を行い、下記【表8】に示す結果が得られた。

【0037】

【表 8】

【表 8】

試料 バックグラウンド強度比 シアノ基ピーク強度比 シーク寿命(k回)

4-1	0.14	0.055	40
4-2	0.15	0.063	34
4-3	0.17	0.058	26
4-4	0.23	0.081	5
4-5	0.12	0.025	6
4-6	0.13	0.028	8
4-7	0.26	0.078	8
4-8	0.19	0.069	13
4-9	0.34	0.085	3
4-10	0.37	0.091	2

【0038】この結果、ラマンスペクトルにおけるバックグラウンド散乱強度比及びシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07である試料を除いては、10k回までのシーク動作の繰り返しによりすべての面でスクラッチ等による傷が発生し、とくにバックグラウンド散乱強度比及びシアノ基によるサブピーク

強度比の大きな試料4-9、4-10などでは5k回以内の繰り返しシーク動作でスクラッチによる傷が発生した。

【0039】以上、実施例1～3に示した保護層で測定したラマンスペクトルにおけるバックグラウンド散乱強度比及びシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07である試料では、シーク開始からスクラッチの発生するまでの寿命は10k回以上であった。

【0040】一方、保護層のラマンスペクトルにおけるバックグラウンド散乱強度比が0.25を上回りシアノ基によるサブピーク強度比が0.03未満あるいは0.07を上回る比較例1の試料では、シークの開始から10k回以内に保護層の破壊が起こりスクラッチが発生した。

【0041】図3、図4は、それぞれ実施例1～3及び比較例1に示した各試料で前記実施例1に示すシーク試験によりスクラッチが発生するまでのシーク回数を保護層のラマンスペクトルにおけるバックグラウンド散乱強度比及びシアノ基によるサブピーク強度比に対してプロットしたものである。図3、図4で示すように、ラマンスペクトルにおける前記のバックグラウンド散乱強度比及び前記のシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07であれば、実施例1に示したシーク試験においてヘッドの間欠接触による衝撃で生じる塑性変形は小さく、スクラッチ等による傷の発生は抑えられ、摺動耐力は大幅に向上した。

【0042】さらに、このようにシーク試験に於ける耐久性の優れたサンプルのもうひとつの特徴は、テクスチャを施していない表面の中心線平均粗さが1nm以下と極めて平滑なことである。

【0043】（実施例5）次に、本発明の磁気記録媒体を備えた磁気記憶装置の一例について図5を用いて説明する。この磁気記憶装置は磁気ヘッド6、及びその駆動部7と、磁気ヘッド6の記録再生信号処理手段8と磁気記録媒体9とこれを回転させる駆動部10とを備える周知の構造を持つ磁気記憶装置である。磁気ヘッド6は記録用の電磁誘導型磁気ヘッドと再生用の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを併せ持つ複合型ヘッドで、浮上面レールの面積が3.28mm²で質量が6mgのヘッドスライダとからなる。

【0044】この磁気記憶装置に、前記実施例1～3に示した、保護層のラマンスペクトルにおける前記のバックグラウンド散乱強度比及び前記のシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.2以下及び0.03～0.07である磁気記録媒体を組み込んで、ヘッド浮上量30nm、線記録密度210kBPi、トラック密度9.6kTPIで記録再生評価を行ったところ、何れの磁気記録媒体においても1平方インチ当たり2ギガビットの記録密度に対し、良好な記録再生特性が得られた。また、内周から外周までのヘッドシーク試験5万回後のビットエラー数は何れの磁気記録媒体においても10ビット/面以下であり、MTBFで50万時間

が達成できた。

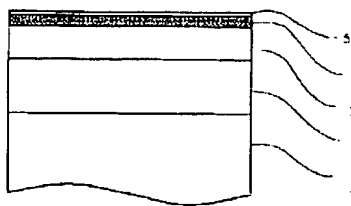
【0045】これに対して、比較例1に示した、保護層のラマンスペクトルにおける前記のバックグラウンド散乱強度比が0.25を上回り、前記のシアノ基によるサブピーク強度比が0.03未満あるいは0.07を上回る磁気記録媒体を組み込んで、ヘッド浮上量30nm、線記録密度210kBPi、トラック密度9.6kTPIで記録再生評価を行ったところ、内周から外周までのヘッドシーク試験5万回後のビットエラー数は何れの磁気記録媒体においても100ビット/面以上であり、MTBFは5万時間以下であった。

【0046】次に、磁気ヘッド6として浮上面レールの面積が1.25平方mmで質量が2mgの磁気ヘッドスライダ上に形成されたものを用いて、ヘッド浮上量23nm、線記録密度240kBPi、トラック密度16kTPIで記録再生評価を行った。この場合も、前記実施例1～3に示した、保護層のラマンスペクトルにおいて前記のバックグラウンド散乱強度比及前記のシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07である本発明による磁気記録媒体に対しては、1平方インチ当たり3.8ギガビットの記録密度で良好な記録再生特性が得られた。また、内周から外周までのヘッドシーク試験5万回後のビットエラー数は何れの磁気記録媒体においても10ビット/面以下であり、MTBFで70万時間が達成できた。

【0047】一方、比較例1に示した、保護層のラマンスペクトルにおいて前記のバックグラウンド散乱強度比が0.25を上回り前記のシアノ基によるサブピーク強度比が0.03未満あるいは0.07を上回る磁気記録媒体を組み込んだ磁気記憶装置は、内周から外周までのヘッドシーク試験5万回後のビットエラー数は何れの磁気記録媒体においても100ビット/面以上であり、MTBFは5万時間以下であった。

【図1】

図1



【0048】以上より、本発明による保護層のラマンスペクトルにおいて1550cm⁻¹付近に現れる主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度比及び2210cm⁻¹付近のシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07であった磁気記録媒体を組み込んだ磁気記憶装置では、保護層が薄く高記録密度になっても高い信頼性が得られた。

【0049】

【発明の効果】以上のように、本発明による少なくとも窒素を含むダイヤモンド状カーボンからなる保護層のラマンスペクトルにおいて1550cm⁻¹付近に現れる主ピークに対するバックグラウンドの散乱強度比及び2210cm⁻¹付近のシアノ基によるサブピーク強度比がそれぞれ0.25以下及び0.03～0.07である磁気記録媒体を組み込んだ磁気記憶装置では、保護層が薄く高記録密度になっても高い信頼性が得られた。

【図面の簡単な説明】

【図1】磁気ディスク用記録媒体の構成図。

【図2】保護層のラマンスペクトルを示す図。

【図3】保護層のラマンスペクトルにおけるバックグラウンド散乱強度比と減圧下でのシーク試験でスクラッチが発生するまでのシーク回数の関係図。

【図4】保護層のラマンスペクトルにおけるシアノ基によるサブピーク強度比と減圧下でのシーク試験でスクラッチが発生するまでのシーク回数の関係図。

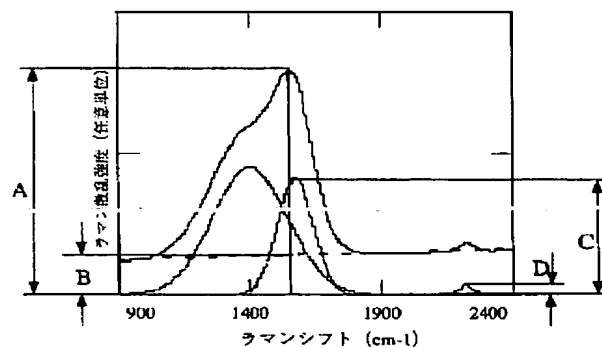
【図5】本発明による磁気記録媒体を備えた磁気記憶装置の構成図。

【符号の説明】

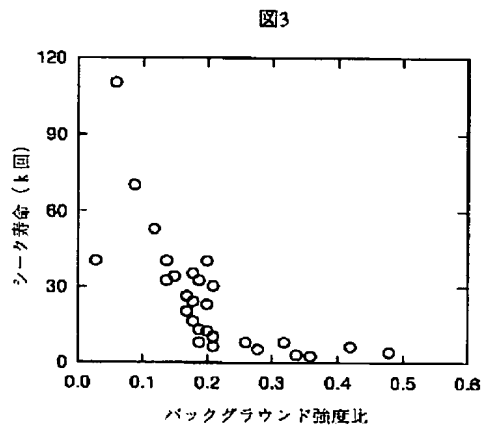
1…基板、2…Cr系下地層、3…CoCr系磁性層、4…炭素に窒素、酸素を含む保護層、5…潤滑層、6…磁気ヘッド、7…磁気ヘッド駆動部、8…記録再生信号処理系、9…磁気記録媒体、10…磁気記録媒体駆動部。

【図2】

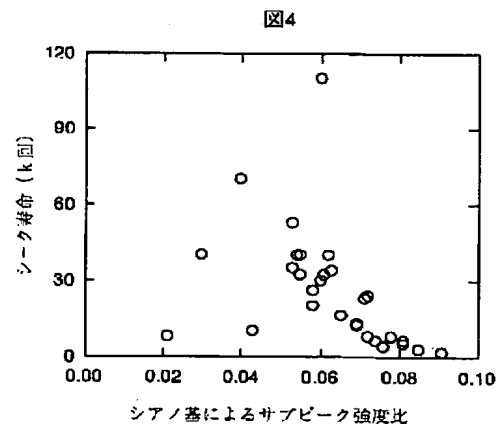
図2



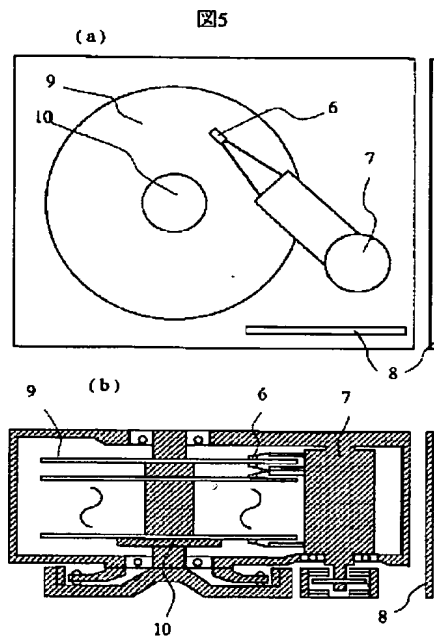
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 柏瀬 英一

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 5D006 AA02 AA05 DA03 FA02